



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS CERRO LARGO**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**RODRIGO BASTIAN**

**VARIAÇÃO DIÁRIA DA ALIMENTAÇÃO DO LAMBARI *Astyanax lacustris* NO RIO  
IJUI, RS, BRASIL**

**CERRO LARGO**

**2018**

**RODRIGO BASTIAN**

**VARIAÇÃO DIÁRIA DA ALIMENTAÇÃO DO LAMBARI *Astyanax lacustris* NO RIO  
IJUI, RS, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado  
como requisito para obtenção de grau de licenciado em  
Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira  
Sul.

Orientador: Prof. Dr. David Augusto Reynalte Tataje

Coorientador: Biol. Juliana Felden

**CERRO LARGO**

**2018**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Bastian, Rodrigo

VARIAÇÃO DIÁRIA DA ALIMENTAÇÃO DO LAMBARI *Astyanax lacustris* NO RIO IJUÍ, RS, BRASIL / Rodrigo Bastian. -- 2018.

38 f.:il.

Orientador: Doutor David Augusto Reynalte Tataje.

Co-orientador: Bióloga Juliana Felden.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Ciências Biológicas-Licenciatura, Cerro Largo, RS, 2018.

1. Variação temporal. 2. Ecologia trófica. 3. Peixes neotropicais. I. Tataje, David Augusto Reynalte, orient. II. Felden, Juliana, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

**RODRIGO BASTIAN**

**VARIAÇÃO DIÁRIA DA ALIMENTAÇÃO DO LAMBARI *Astyanax lacustris* NO RIO  
IJUI, RS, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. David Augusto Reynalte Tataje

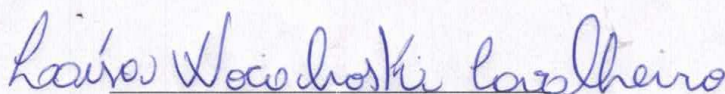
Coorientador: Juliana Felden

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 29 / 11 / 2018.

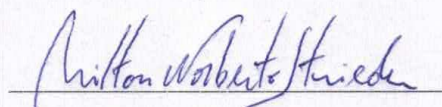
BANCA EXAMINADORA



David Augusto Reynalte Tataje, Dr. - UFFS



Laísa Wociechoski Cavalleiro, Dra. - UFRGS



Milton Norberto Strieder, Dr. - UFFS

*Aminha família, meus amigos, aos orientadores, dedico.*

## LISTA DE ABREVIACÕES

IAL	Insetos alóctones
IAU	Insetos autóctones
PX	Peixes
MV	Material vegetal alóctone
OU	Outros
AL	Algas
S	Sedimentos

## RESUMO

A taxa de ingestão dos alimentos e o aproveitamento dos recursos pelos peixes estão diretamente relacionados ao horário de alimentação. Estudos sobre a variação diária na dieta permitem observar padrões em seu comportamento durante o ciclo circadiano. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi conhecer a variação diária da alimentação da espécie *Astyanax lacustris* num ambiente lótico. As coletas foram realizadas num trecho do rio Ijuí conhecido como Salto do Pirapó (Bacia do Médio rio Uruguai, Brasil), durante três dias na estação do verão de 2017 em diferentes horários: 03h, 06h, 09h, 12h, 15h, 18h, 21h, e 24h. A coleta dos peixes foi realizada com tarrafa, com o intuito de capturar dez indivíduos por horário. Os indivíduos capturados tiveram seus estômagos retirados e fixados em formol 4% para posteriormente proceder com a análise do conteúdo estomacal em laboratório com auxílio de microscópio estereoscópio e bibliografia especializada. Os organismos semelhantes foram agrupados em sete categorias alimentares distintas: Peixes, insetos alóctones, insetos autóctones, algas, material vegetal, sedimento e outros. Após a identificação do conteúdo estomacal, os itens foram armazenados em álcool 70%. Para a análise dos itens alimentares foram empregados os métodos de frequência de ocorrência, método volumétrico e aplicado o Índice Alimentar. Para verificar diferenças na alimentação nos diferentes horários foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA unifatorial) e o teste *a posteriori* de Tukey nos índices alimentares. Foram analisados um total de 200 estômagos, dos quais 95% apresentaram conteúdo estomacal. Os itens mais presentes foram as algas e os insetos autóctones. *A. lacustris* se alimenta durante todo o dia principalmente no início da manhã (9h) ( $V= 3.280\text{mm}$ ,  $P<0,05$ ) e reduz sua alimentação durante a noite 24h ( $V=478\text{mm}$ ) e 3h ( $V=361\text{mm}$ ). Foi verificado também variação dos IA dos diferentes itens alimentares ao longo do dia, sendo verificado um maior consumo de insetos autóctones às 9h e 21h ( $P<0,05$ ), algas entre as 6h e 18h ( $P<0,05$ ), material vegetal às 9h ( $P<0,05$ ), insetos alóctones entre às 21h e 24h ( $P<0,05$ ) e peixes entre as 21h e 3h ( $P<0,05$ ). Além dos itens alimentares, verificamos a presença microplástico no conteúdo estomacal de três indivíduos. Conclui-se que o *A. lacustris* se alimenta durante o ciclo circadiano, principalmente no período diurno e que ao longo das 24 horas ele varia sua dieta devido principalmente ao fotoperíodo.

**Palavras-chave:** Variação temporal, ecologia trófica, peixes neotropicais

## ABSTRACT

The rate of food intake and fish utilization are directly related to feeding time. Studies on daily variation in diet allow observing patterns in their behavior at different times of the day. In this sense, the objective of this work was to know the daily variation of the feeding of the species *Astyanax lacustris* in a lotic environment. The collections were carried out on a stretch of the Ijuí River known as the Pirapó Jump (Middle Uruguay River Basin, Brazil), during three days in the summer season of 2017 at different times: 06h, 09h, 12h, 15h, 18h, 21h, 24h and 03h. The fish collection was carried out with a casting net, in order to capture ten individuals per hour. The captured individuals had their stomachs removed and fixed in 4% formaldehyde to later proceed with the analysis of the stomach contents in the laboratory. The identification of the organisms consumed by the fish was carried out using a stereomicroscope microscope and specialized bibliography for the analysis in the following groups: Fish, allochthonous insects, autochthonous insects, algae, plant material, sediment and others. After identification of the stomach contents, the items were stored in 70% alcohol. For the analysis of food items, the frequency of occurrence, volumetric and food index methods were used. The analysis of variance (ANOVA unifactorial) and *a posteriori* test of Tukey were used to verify differences in feeding at different times. A total of 200 stomachs were analyzed, of which 86.5% were full and 5% partially full, 3% partially empty, 5% empty and 0.5% distended. Different food items were found including microplastic, the most present items were algae and autochthonous insects. *A. lacustris* feeds all day long mainly at the beginning of the morning (9h) ( $V = 3,280\text{mm}$ ,  $P < 0,05$ ) and reduces its feeding during the night 24h ( $V = 478\text{mm}$ ) and 3h ( $V = 361\text{mm}$ ). It was verified a variation of IA of the different food items throughout the day, being verified a greater consumption of autochthonous insects at 9h and 21h ( $P < 0.05$ ), algae between 6h and 18h ( $P < 0.05$ ), material ( $P < 0.05$ ), allochthonous insects between 21h and 24h ( $P < 0.05$ ) and fish between 9h and 3h ( $P < 0.05$ ). It is concluded that *A. lacustris* is fed throughout the day, mainly during the daytime period and that during the 24 hours it changes its diet according to the photoperiod and the greater availability of the organisms in the environment.

Key words: Time variation, trophic ecology, neotropical fishes



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudo no rio Ijuí, bacia hidrográfica do rio Uruguai, localizado na divisa dos municípios Dezesseis de Novembro e Roque Gonzales, RS, Brasil. ....	15
<b>Figura 2.</b> Frequência de ocorrência (FO%) dos itens alimentares consumidos pelo <i>Astyanax lacustris</i> nos diferentes horários do dia, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. IAl: insetos alóctones, IAU: insetos autóctones, PX: peixes, MV: matéria vegetal, OU: outros, AL: algas, S: sedimentos. ....	19
<b>Figura 3.</b> Volumes em percentagem dos itens consumidos pelo <i>A. lacustris</i> nos diferentes horários do dia, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. IAl: insetos alóctones, IAU: insetos autóctones, PX: peixes, MV: matéria vegetal, OU: outros, AL: algas, S: sedimentos. ....	20
<b>Figura 4.</b> Análise de variância (ANOVA) para o volume total dos itens consumidos pelo <i>Astyanax lacustris</i> no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai durante os diferentes horários do dia. ..	21
<b>Figura 5.</b> Variação dos índices alimentares (IA) nos itens consumidos pela espécie <i>Astyanax lacustris</i> nos diferentes horários do dia, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. A. Insetos autóctones; B. Insetos alóctones; C. Algas; D. Peixes; E. Material vegetal; F. Sedimentos. ....	22
<b>Figura 6.</b> Microplástico encontrado no estômago de <i>Astyanax lacustris</i> , no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. ....	26

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Índice alimentar (IA) dos itens consumidos por <i>Astyanax lacustris</i> durante diferentes horários do dia no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. ....	13
---	----



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
2.3 ANÁLISE EM LABORATÓRIO.....	16
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	16
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A ictiofauna de água doce Sul-americana se caracteriza por apresentar uma grande plasticidade alimentar, utilizando uma ampla variedade de recursos alimentares presentes no ambiente aquático (microrganismos, produtores primários, invertebrados, vertebrados,) e até mesmo do ambiente terrestre (produtores primários e insetos) (PETRY *et al.*, 2011).

Os estudos sobre alimentação permitem reconhecer categorias tróficas distintas e inferir sobre a estrutura e grau de importância dos diferentes níveis tróficos a respeito das inter-relações entre seus componentes (GERKING, 1994 e AGOSTINHO *et al.*, 1997). Além disso, estes estudos possibilitam observar padrões de dieta e variações na alimentação, proporcionadas pelas condições do ambiente na qual os peixes estão inseridos (FUGI *et al.*, 2001 e MONTEIRO *et al.*, 2009). Ainda, possibilita compreender melhor o comportamento relacionado com a disponibilidade alimentar, variação sazonal e circadiana (CORREIA, SILVA, 2010.).

Por outro lado, o conhecimento do que é consumido pelos peixes fornece informações relevantes sobre o funcionamento do ecossistema no qual estão inseridos, permitindo compreender a autoecologia das espécies e seu papel no ecossistema, ainda, estudos relatam que as espécies utilizam alta variedade de recursos tróficos em diferentes habitats com diferentes disponibilidades de alimentos (ABELHA *et al.*, 2006; LUZ-AGOSTINHO *et al.*, 2006; ESTEVES *et al.*, 2008; ROCHA *et al.*, 2009; WOLFF *et al.*, 2009; ALEXANDRE *et al.*, 2010; MAZZONI *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010).

Nas últimas décadas muitos trabalhos na área da alimentação foram realizados visando o estudo dos ritmos circadianos nos animais (MISTLBERGER, 1990 e BOUJARD; LEATHERLAND, 1992). O interesse no entendimento da variação diária da alimentação está diretamente relacionada ao conhecimento da organização temporal do comportamento e função dos organismos, e no desejo de prever respostas fisiológicas ou encontrar eventos alimentares repetitivos ao longo do tempo. Muitos autores distinguem a presença de dois ritmos reguladores da alimentação diária, os ritmos exógenos quando os organismos são principalmente dependentes de oscilações ambientais externas, e os ritmos endógenos que são originados dentro do organismo. O ritmo endógeno predomina em condições ambientais estáveis e o ritmo exógeno em ambientes altamente variáveis o que é muito comum em ambientes aquáticos lóticos (BOUJARD; LEATHERLAND, 1992).

Durante os diferentes horários do dia, os peixes apresentam variações no consumo dos alimentos muitas vezes relacionados as variantes que o ecossistema oferece. Assim essa

variação pode estar determinada por fatores bióticos tais como: a disponibilidade do alimento, a presença de predadores e a competição inter-específica (BOUJARD, 1995; GREENWOOD; METCALFE, 1998) e também por fatores externos tais como: a hidrodinâmica do ambiente, a temperatura da água e o fotoperíodo (BOUJARD, 1995; REEBS, 2002). Essas variações circadianas, ligadas à alimentação, dependem também da espécie (BOUJARD, 1995; GREENWOOD; METCALFE, 1998; JOBLING et al., 1998; AMUNDSEN et al., 2000; IMRE; BOISCALAR, 2004) assim, têm peixes que se alimentam poucas vezes e têm outros que se alimentam durante o tempo todo.

Os peixes do gênero *Astyanax* forrageiam todos os níveis tróficos, apresentando habilidades tais como adaptar-se rapidamente a uma nova alimentação e continuar se alimentando mesmo em condições ambientais pouco favoráveis (GREENWOOD; BRAGA, 2003). Estes indivíduos ocupam os estratos meios e de superfície, seja em águas lânticas ou lóticos para coletar itens arrastados pela água caracterizando-se pela onívoros frequente na alimentação (GOMIERO; BRAGA, 2003).

Para Carvalho (1991), *Astyanax lacustris* (Lütken, 1875) caracteriza-se como uma espécie onívora por se alimentar de itens de origem animal e vegetal. Da mesma forma Meschiatti (1995) e Gaspar da Luz (1999), ressaltam a predominância de restos vegetais e de insetos em sua alimentação, o que caracteriza a espécie como onívora com tendência herbívoro-insetívora.

Inúmeros trabalhos de alimentação têm sido realizados com o *A. lacustris* e com seus co-específicos próximos *A. bimaculatus*, *A. jacuhiensis* e *A. altiparanae* (ADRIAN et al., 2001; CASSEMIRO et al., 2002; DA ROCHA et al., 2011; DA SILVA et al., 2012). Todos estes estudos têm mostrado de forma evidente a onívoros, voracidade e a plasticidade alimentar deste peixe em diferentes ambientes desde lagos e reservatórios até riachos e rios (ADRIAN et al., 2001; CASSATTI, 2002; CASSEMIRO et al., 2002; DA ROCHA et al., 2011; DA SILVA et al., 2012). Entretanto na literatura ainda não está claro se esta espécie onívora consegue comer de tudo o tempo todo ou apresenta variação num ciclo circadiano durante a sua alimentação.

Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar a dieta de *A. lacustris* em diferentes horários do dia, hipotetizando com base em estudos realizados com outras espécies (HAHN et al., 1999; FIGUEREDO; VIEIRA, 2005) que *A. lacustris* apresenta variação diária na sua alimentação.

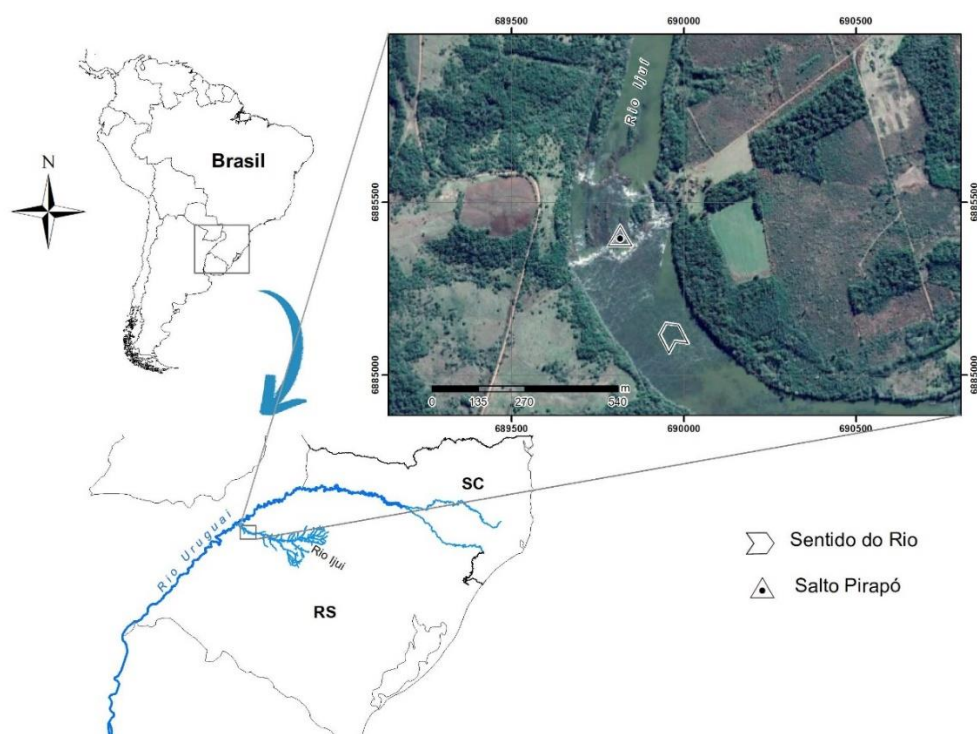
## 2. METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Salto Pirapó, localizado no rio Ijuí, bacia hidrográfica do rio Uruguai (Figura 1). O trecho observado exhibe aproximadamente 325 metros de largura e 500 metros de comprimento, situado a 2,25 quilômetros a jusante do vertedouro da Usina Hidroelétrica Passo São João. É um ambiente lótico, seguido de cachoeiras de águas bravias, e pequenos remansos (Apêndices A, B e C) onde pode-se ver o salto de peixes de diversas espécies subindo o rio em época de piracema.

A vazão d'água desse local é regulada pela Usina Hidrelétrica Passo São João, de acordo com a intensidade de chuvas. Em períodos de estiagem a água é retida pelas comportas, onde é liberada somente a vazão ecológica e em períodos de altos índices pluviométricos, há maior liberação de água pelas comportas, elevando o nível d'água no Salto Pirapó.

**Figura 1.** Área de estudo no rio Ijuí, bacia hidrográfica do rio Uruguai, localizado na divisa dos municípios Dezesseis de Novembro e Roque Gonzales, RS, Brasil.



Fonte: Soares, 2018.

### 2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas oito coletas em um período circadiano durante três dias no mês de dezembro de 2017, totalizando 24 coletas, as quais foram realizadas durante as 24 horas do dia, com esforços de uma hora e intervalos de duas horas. Os indivíduos foram capturados através da utilização de tarrafas com malha doze mm entre nós e raio de quinze metros. Em cada uma

das 24 coletas foram selecionados aleatoriamente dez indivíduos de *Astyanax lacustris* para retirada do estômago. Exemplos da espécie foram fixados em formol para tombamento em coleções.

Imediatamente após a captura foram coletados dados do comprimento total (em mm) e do peso total (em gramas) com uso de ictiometro e balança de precisão. Em seguida, os estômagos foram retirados através de uma incisão abdominal que se inicia na abertura anal e termina próximo à região das nadadeiras peitorais. Ainda, foram tomadas medidas do peso dos estômagos (em gramas) e avaliados de forma visual quanto ao grau de repleção, sendo: vazio = nenhum item; parcialmente vazio = até  $\frac{1}{4}$  preenchido; parcialmente cheio = preenchimento parcial superior a  $\frac{1}{4}$ ; cheio = totalmente preenchido. Por fim, condicionamos os estômagos em potes com vedação contendo formol 4%.

O presente trabalho apresenta a autorização do SISBIO número 55011-3 e o comitê de ética número 23205.004977/2015-90.

### **2.3 ANÁLISE EM LABORATÓRIO**

Os conteúdos estomacais foram expostos em placas de petri sob microscópio estereoscópio para análise e identificação dos itens alimentares consumidos. Os itens encontrados foram identificados no menor nível taxonômica possível e agrupados de acordo com sua origem: alóctone ou autóctone, tipo: animal ou vegetal, e ordem taxonômica. Cada item identificado foi quantificado quanto ao volume ( $\text{mm}^3$ ) utilizando papel milimetrado, com a altura fixa de um milímetro. Após isso, os dados foram anotados e os itens acondicionados em potes com álcool 70%.

### **2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para análise dos dados foi utilizado o método de frequência de ocorrência (FO%) (Hyslop, 1980), que representa a frequência percentual do número de estômagos em que ocorre determinado item alimentar em relação ao número total de estômagos avaliados que contiveram algum tipo de alimento. Também utilizamos o método volumétrico (V%) (Hynes, 1950), que consiste em expressar o volume percentual considerando o volume total ocupado por um determinado item alimentar em relação ao volume total de todos os itens presentes no estômago. Estes dois métodos foram integrados para análise da alimentação através do Índice Alimentar expresso em porcentagem  $\text{IAi} (\%)$ , conforme proposto por Kawakami e Vazzoler (1980).



### 3. RESULTADOS

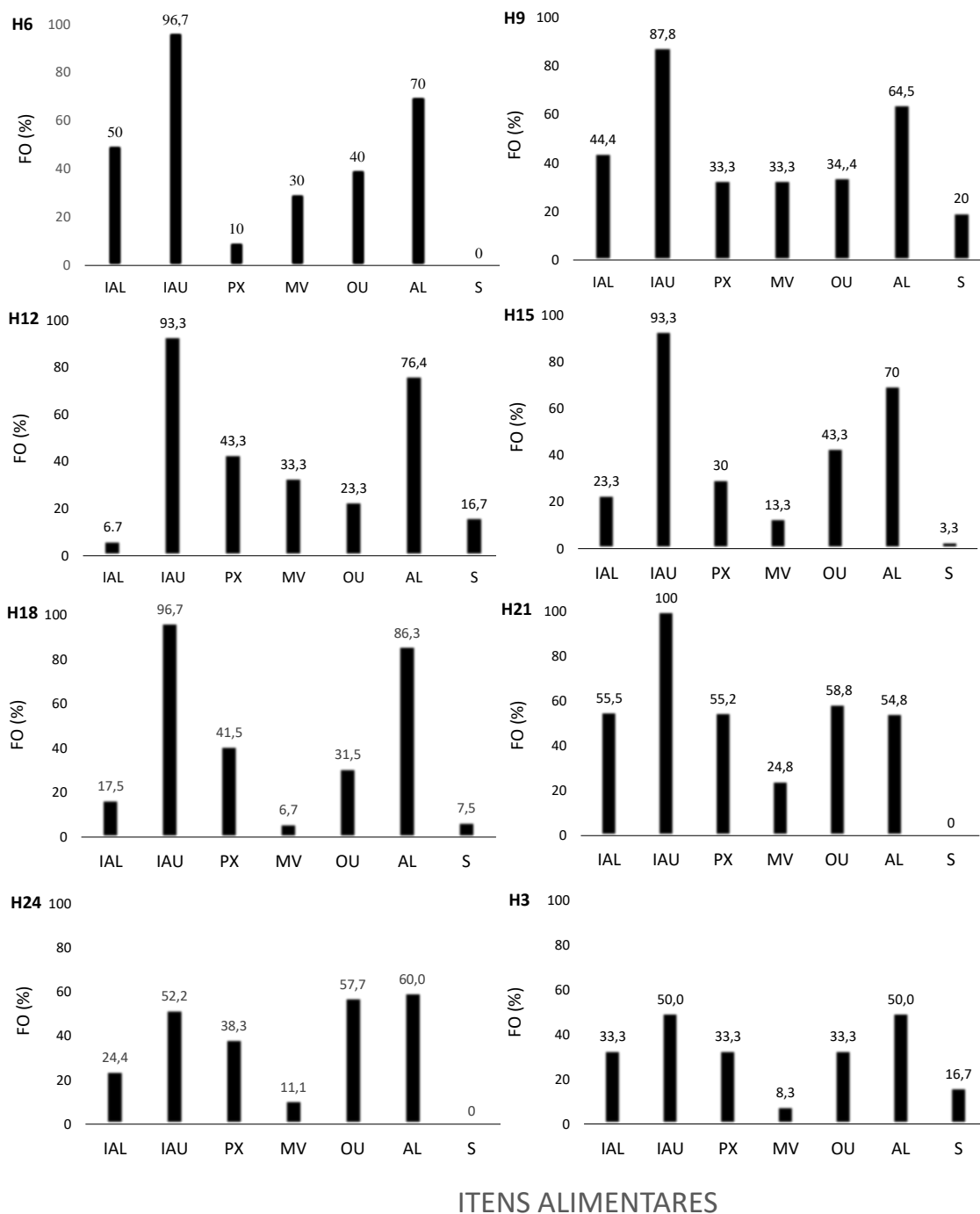
No total, 200 indivíduos de *A. lacustris* tiveram seus estômagos amostrados. O comprimento total dos espécimes utilizados nas análises do conteúdo estomacal variou de 67 a 156 mm, apresentando uma média geral de 134 mm. Quanto ao grau de repleção, 174 estômagos estavam cheios, dez parcialmente cheios, seis parcialmente vazios, e apenas dez não apresentaram conteúdo estomacal. Verificamos que a espécie se alimentou de matéria animal e vegetal, embora tenha sido registrado maior participação dos itens de origem vegetal. Dentre os itens mais preeminentes destacaram-se as algas, seguidos dos insetos autóctones, principalmente das ordens Trichoptera e Ephemeroptera (tabela 1). A categoria outros foi composta pelos itens não classificáveis como material digerido que compôs maior parte desta categoria e itens raros de pequeno valor, tais como: penas, ovos de insetos, nematoides de vida livre, anelídeos, aracnídea.

Em relação aos itens consumidos, verificamos que houve uma segregação ao longo do dia. Os valores de frequência de ocorrência (FO) indicaram as algas (AL) e os insetos imaturos na forma aquática (IAU) como os itens com frequência superior a 50% em todos os horários do dia (figura 2). Para os insetos autóctones foram observadas frequências superiores a 87% das 06 às 21h, e valores inferiores à 60% das 24 às 3h (figura 2). Já para os insetos alóctones (IAL) foram observadas frequências superiores a 44% no período da manhã entre às 6 e às 9h e no início da noite às 21h e frequências inferiores a 23% no período da tarde, entre às 12 e 18h. Também observamos que o item material vegetal alóctone (MV) apresentou frequências de 30 a 32% no período da manhã, entre as 06 e 12h e apresentou frequências inferiores a 30% para os demais horários do dia (figura 2).

**Tabela 1.** Índice alimentar (IA) dos itens consumidos por *Astyanax lacustris* durante diferentes horários do dia no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai.

Itens alimentares	Horários							
	H6	H9	H12	H15	H18	H21	H24	H3
<b>Insetos autóctones</b>								
Coleoptera	0,21	0,32	0,02	0,39	0,08	0,16		
Diptera	1,73	4,03	2,94	8,54	2,94	3,88	0,22	2,25
Ephemeroptera	5,04	0,36	0,69	4,37	1,49	18,92	4,13	1,53
Lepidoptera	0,20	0,64	0,09	1,37	0,03	0,70	1,69	5,59
Trichoptera	19,30	21,37	3,26	5,45	1,80	24,18	2,22	0,44
Restos de insetos	3,01	1,89	1,03	3,50	1,04	4,95	1,59	10,47
<b>Insetos alóctones</b>								
Coleoptera		0,14	0,01	0,05	0,13	3,08	2,63	0,44
Diptera	0,04	0,05		0,01		0,10		
Hymenoptera	0,02	0,01		0,15	0,04	0,03		
Lepidoptera		0,61				0,06		0,18
Trichoptera	0,10			0,04		0,09		
Restos de insetos	0,05			0,04		0,24	2,58	
<b>Algas</b>	66,17	41,05	75,43	63,62	90,88	19,86	46,01	41,31
<b>Material Vegetal</b>	1,99	21,98	13,53	2,25	0,28	13,42	6,13	1,24
<b>Peixes</b>	0,06	2,53	1,82	2,60	0,82	6,23	10,58	33,33
<b>Sedimentos</b>		0,31	0,17	0,04	0,01		0,21	
<b>Outros itens</b>	2,09	4,84	0,86	7,59	0,43	4,08	22,23	3,00

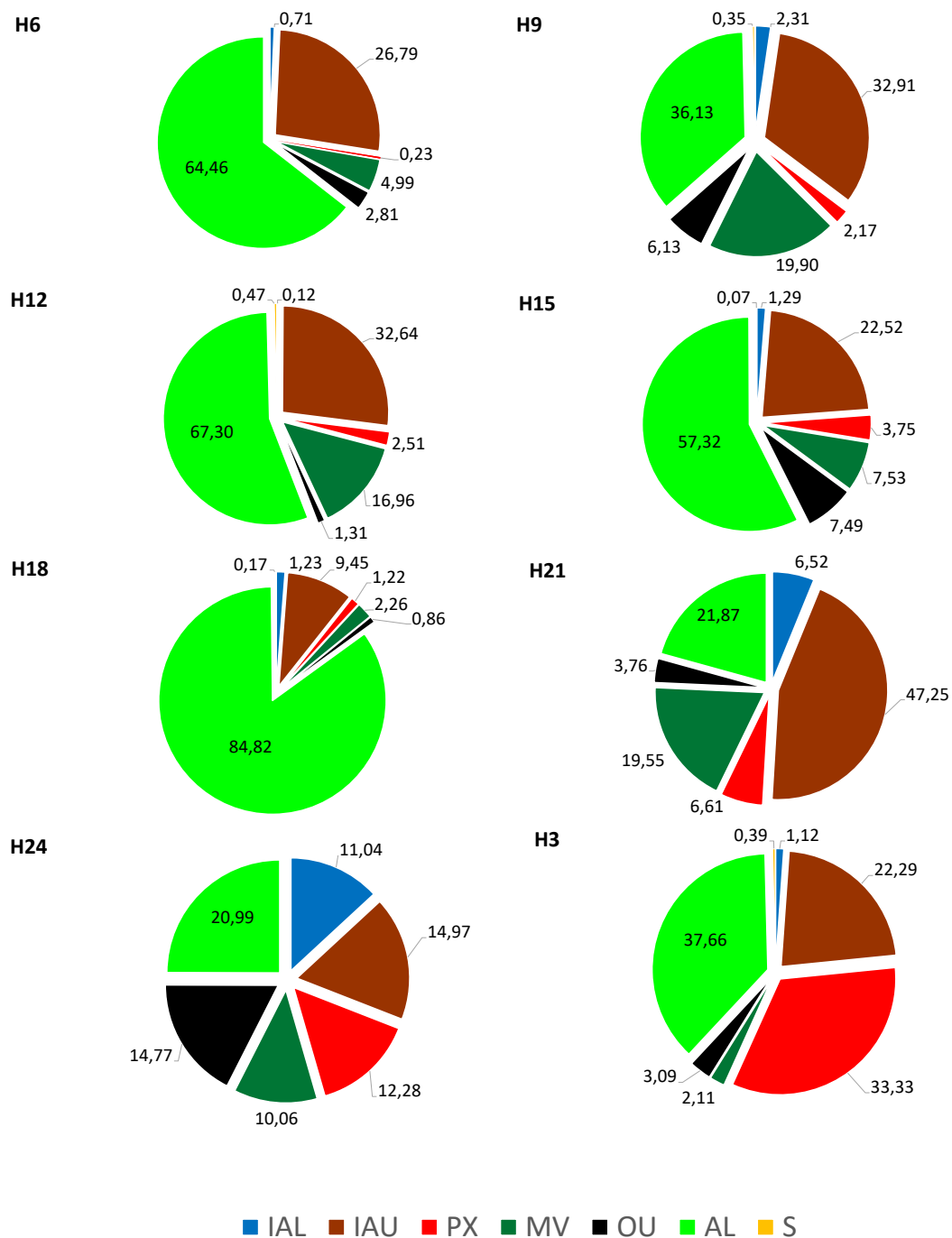
**Figura 2.** Frequência de ocorrência (FO%) dos itens alimentares consumidos pelo *Astyanax lacustris* nos diferentes horários do dia, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. IAL: insetos alóctones, IAU: insetos autóctones, PX: peixes, MV: matéria vegetal, OU: outros, AL: algas, S: sedimentos.



Os volumes referentes as algas (AL) e os insetos autóctones (IAU) compuseram a maior parte dos volumes encontrados em todos os horários do dia (figura 3). Para as algas (AL), volumes superiores a 67% foram registrados às 6h e no período da tarde entre às 12 e às 18h. Para os insetos autóctones (IAU) o maior volume foi verificado as 21h (figura 3). Os maiores

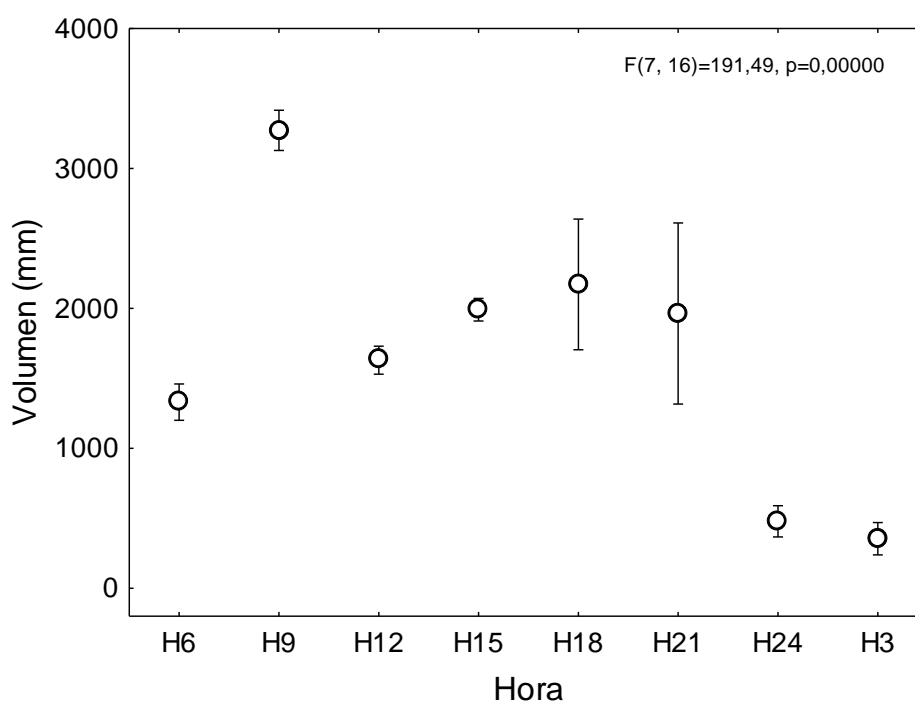
volumes registrados para os insetos alóctones (IAL) foram observados entre às 21 e às 24h. O item material vegetal alóctone (MV) foi verificado com maiores volumes no início da manhã às 9h e no início da noite as 21h. Os maiores volumes para os peixes (PX) foram observados entre as 21 e 3h da manhã (figura 3).

**Figura 3.** Volumes em porcentagem dos itens consumidos pelo *A. lacustris* nos diferentes horários do dia, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. IAL: insetos alóctones, IAU: insetos autóctones, PX: peixes, MV: matéria vegetal, OU: outros, AL: algas, S: sedimentos.



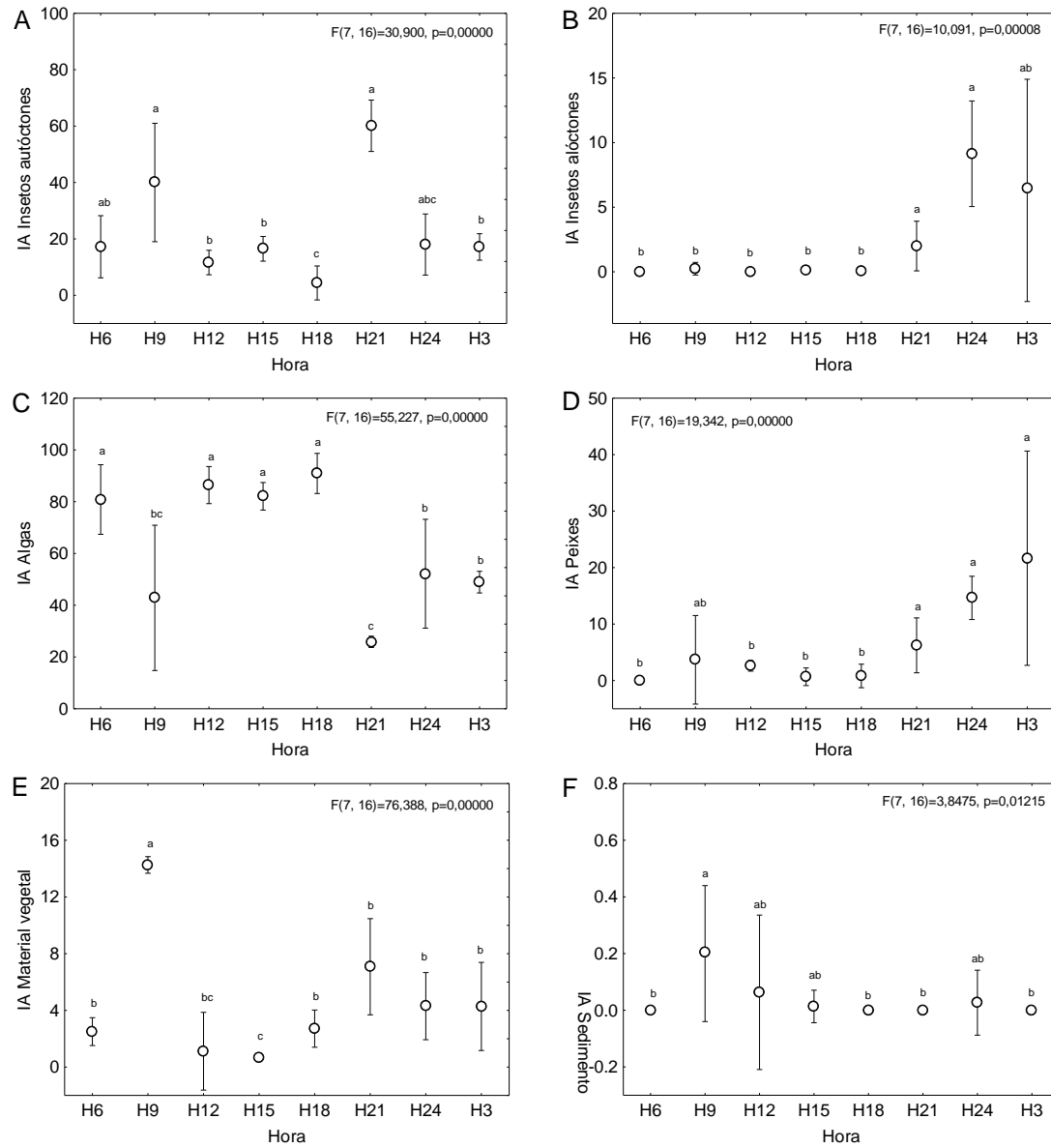
Análise de variância (ANOVA) mostrou que existe uma diferença significativa no volume total dos itens consumido pelo *A. lacustris* ao longo do dia ( $P<0,05$ ), sendo que o maior consumo foi verificado às 9h ( $3.280\text{mm}^3$ ,  $P<0,05$ ), o menor consumo entre as 24h ( $V=478\text{mm}^3$ ) e às 3h ( $V=361\text{mm}^3$ ) (TUKEY,  $P<0,005$ ; Figura 4). No geral, verificamos que a espécie apresentou maior voracidade principalmente no início da manhã ( $V>3000\text{mm}^3$ ) e ao final do dia, e reduziu sua alimentação durante a noite ( $V<400\text{mm}^3$ ) (figura 6).

**Figura 4.** Análise de variância (ANOVA) para o volume total dos itens consumidos pelo *Astyanax lacustris* no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai durante os diferentes horários do dia.



ANOVA também mostrou que existe variância significativa em todos os itens alimentares ( $P<0,05$ ). Para as algas os maiores valores foram encontrados às 6h e no período entre as 12 e as 18h (TUKEY,  $P<0,05$ ; figura 5, letra C). Para os insetos autóctones, foram verificados os maiores valores de IAI às 9h e as 21h (TUKEY,  $P<0,05$ ; figura 4, letra A). Já para os insetos alóctones os maiores valores foram encontrados às 21h e as 24h (TUKEY,  $P<0,05$ ; figura 4, letra B). Para o item matéria vegetal e sedimentos, os maiores valores de IAI foram encontrados às 9h. (TUKEY,  $P<0,05$ ); figura 4, letras E, F).

**Figura 5.** Variação dos índices alimentares (IA) nos itens consumidos por *Astyanax lacustris* nos diferentes horários do dia, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai. A. Insetos autóctones; B. Insetos alóctones; C. Algas; D. Peixes; E. Material vegetal; F. Sedimentos



#### 4. DISCUSSÃO

A diversidade de itens alimentares encontrados no estômago do *Astyanax lacustris* mostra que esta espécie é onívora corroborando com outros estudos (DA ROCHA et al. 2011; DA SILVA et al., 2012). Já a alta incidência de estômagos cheios em todos os horários indica que este lambari se alimenta em todos os períodos do dia. Entretanto, apesar de que *A. lacustris* se alimentar o tempo todo, ele não ingere todos os itens de forma homogênea ao longo do dia, existem variações no volume, frequência e ordem de importância dos itens consumidos nos diferentes horários.

O item mais abundante na dieta de *A. lacustris* corresponde as algas. As algas tiveram acentuada constância e volume na dieta da espécie durante todos os períodos, principalmente nos horários de maior luminosidade, mostrando-se uma notável fonte de alimento autóctone para a espécie o que garantiu elevados valores de IA em quase todos os horários. Acreditamos que a captura das algas seja involuntária e aconteça durante o processo de respiração do peixe, visto que a espécie apresenta rastros branquiais bastante finos que possibilita a retenção destes organismos durante a passagem da água nas brânquias (SERRA, 2010). O fato deste item ser o mais presente no estômago destes lambaris também indica que estes organismos são abundantes na região de estudo que foi conduzido a 2,25 km a jusante da UHE Passo São João (rio Ijuí, Brasil).

O rio Ijuí se caracteriza por ser um rio bastante turvo devido a processos erosivos que ele apresenta nos seus trechos a montante, o que faz com que apresente ao longo do ano transparências da água normalmente inferiores a 30 cm, o que certamente interfere na formação da comunidade planctônica: algas e zooplâncton. Entretanto, essa elevada turbidez não é observada a jusante do reservatório Passo São João, devido a processos de sedimentação que acontecem nos lagos dos reservatórios de São José e Passo São João localizados a montante, assim na região de estudo transparências superiores a 80 cm são comuns o que permite a entrada de luz favorecendo a proliferação de algas.

As algas apesar de ter sido o principal item nos estômagos deste lambari, elas não estiveram de forma tão abundante nos períodos noturnos. A explicação mais plausível para isto está relacionada a migração vertical que estes organismos realizam durante o dia (HALL & PAERL, 2011). As algas devido a atividade fotossintética estão mais presentes na coluna da água durante o dia o que deve ter favorecido a ingestão destes organismos pelos lambaris e a noite as algas migram para o fundo para fugir da predação o que coincide com a redução destes organismos nos estômagos de *A. lacustris*.

Outro recurso autóctone amplamente utilizado pela espécie em todos os horários, foram os insetos autóctones, apresentando apenas variações ao longo do dia e tendo seus picos de consumo no início da manhã (9horas) e no final do dia (21horas). Entendemos que o aumento na ingestão destes itens nesses horários pode estar relacionado com o aumento da movimentação dos macroinvertebrados durante estes períodos. Movimentos realizados por esses organismos são conhecidos como deriva. Estudos sobre a deriva apontam o fotoperíodo como um fator regulador importante, de modo que as maiores taxas de deriva dos macroinvertebrados são observadas na aurora e no crepúsculo quando a intensidade de luz é menor (BENSON & PEARSON, 1987; LANCASTER, 1992).

Também, foi verificado a presença de insetos alóctones no conteúdo estomacal. Este item apareceu principalmente no período noturno. O maior consumo destes organismos a noite pode estar relacionado com a revoada noturna, período de maior atividade dos insetos quando comparado aos horários quentes do dia. Estudo realizado com peixes Siluriformes em rios da Nova Zelândia, mostra que a alimentação destes peixes está relacionada ao horário de maior atividade dos invertebrados alóctones, que geralmente ocorre a noite (SCRINGEOUR & WINTERBOURN, 1987) explicação semelhante foi oferecida por Hahn et al., (1997) para a alimentação noturna de alguns peixes de ambientes neotropicais. Acreditamos que *A. lacustris* pode ter apresentado comportamento oportunista para capturar insetos alóctones que caíram no rio no horário noturno.

O consumo de material vegetal foi significativo, e aconteceu principalmente no início da manhã (9H), horário na qual foi encontrado o maior volume total de alimento no estômago deste lambari. A dominância do material vegetal e dos insetos autóctones no horário pico de alimentação, parece indicar que estes dois itens são importantes na dieta para satisfazer as necessidades metabólicas de *A. lacustris* depois da noite na qual o consumo é reduzido. Outros trabalhos têm demonstrado a importância dos insetos e o material vegetal na dieta deste lambari (CASSEMIRO et al., 2002; DA SILVA et al., 2012).

O maior consumo do sedimento coincidiu com o pico de consumo dos insetos autóctones. Hipotetizamos que essa coincidência esteja relacionada a captura dos insetos autóctones que geralmente se encontram no substrato (sedimento). Desta forma ao consumir os insetos seria ingerido simultaneamente o sedimento.

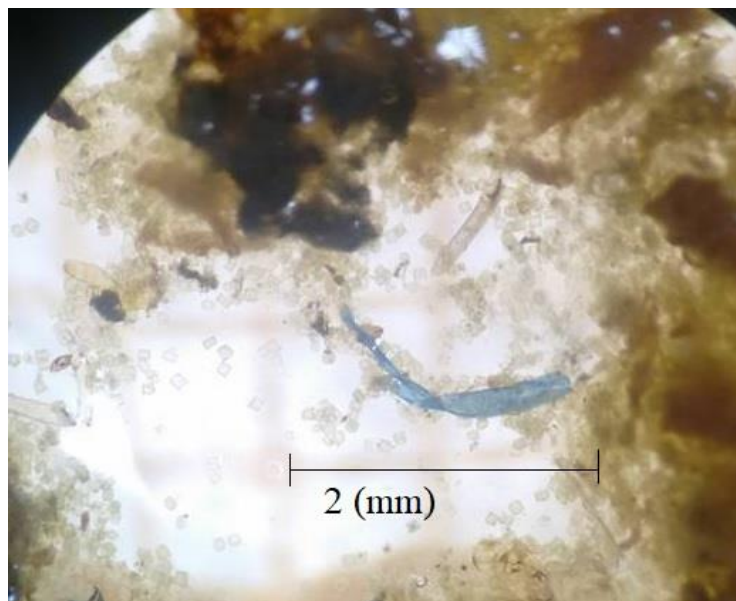
Foram registradas também variações nictemerais significativas para a ingestão do item peixes pelo *A. lacustris*. Os maiores valores de IA para este item foram verificados no período noturno, onde foram encontrados nos estômagos, músculos de peixes, coluna vertebral, e peixes relativamente inteiros o que explica o maior volume e IA deste item neste período. Já nos



horários diurnos o IA do item peixes foi baixo e relacionado principalmente ao registro de escamas no estômago. A presença das escamas no estômago nos horários diurnos pode estar relacionada a encontros agonísticos intraespecíficos (VILLELA et al., 2002) ou ao maior tempo de digestão desta estrutura dos peixes que foram consumidos a noite. Acreditamos que para este estudo a segunda hipótese seja a mais provável.

Além dos itens alimentares citados, outros itens apareceram em menor medida principalmente no horário noturno (24horas) tais como: ovos de insetos, penas, anelídeos e microplástico (figura 6). Relatos de ingestão de microplástico por peixes são frequentes. Estudos realizados na última década em ambientes marinhos e de água doce no Brasil vêm mostrando a poluição destes ecossistemas por componentes plásticos (BARBOSA, 2018), enquanto que para rios de água doce brasileiros pertencentes ao bioma Mata Atlântica ainda são inexistentes. Acreditamos que a espécie no momento de ingerir algum outro item, como um inseto autóctone, por exemplo, ingeriu este material. O fato de ter realizado esse registro em três exemplares é preocupante e mostra a elevada disponibilidade destes materiais no rio Ijuí. O elevado número de pequenas cidades que estão presentes ao longo da bacia e a falta de tratamento da água despejada no rio pode explicar a presença destes materiais dentro de sua calha. Estudos de abrangência espacial e temporal mais precisos deverão ser realizados para avaliar a real dimensão da contaminação por plástico da bacia do rio Ijuí, determinando focos de contaminação e se existe uma tendência de aumento no depósito destes materiais na bacia.

**Figura 6.** Microplástico encontrado no estômago de *Astyanax lacustris*, no rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai.



Através deste estudo, confirmamos à nossa hipótese inicial, mostrando que houve variação nictemetal na alimentação da espécie *A. lacustris*. Variações na alimentação no decorrer dia foram observados para outras espécies como por exemplo, para *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) onde os maiores volumes do conteúdo estomacal foram registrados durante o período do dia, e a espécie apresentou redução na alimentação durante o período noturno (SILVA JÚNIOR, 2015). Outro estudo realizado na Lagoa dos Patos (RS) com a espécie *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) demonstrou que parece existir um padrão de alimentação da espécie regulado pelo fotoperíodo, alimentando-se mais intensamente durante a luz do dia. (FIGUEREDO & VIEIRA, 2005). No rio Paraná foi observado para a espécie *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a ingestão de alimentos nas 24 horas do dia, porém foi verificado que a alimentação da espécie foi mais intensa durante o dia, principalmente no início da manhã (HAHN et al., 1999). No geral para os peixes, acredita-se que a disponibilidade do alimento (BARTHEM, 1987) e o fotoperíodo (REEBS, 2002) são os principais fatores que direcionam a alimentação ao longo do dia. Estes fatores parecem ser também os que norteiam a alimentação de *A. lacustris*.

Nesse sentido a dominância dos itens alimentares encontrados nos estômagos não significam necessariamente a preferência por aquele alimento, mas pode refletir a abundância dele no horário, devido ao hábito onívoro e oportunístico desta espécie (ABELHA et al., 2006; DA SILVA et al., 2012).

Temporalmente, além das mudanças diárias, variações na dieta de peixes podem ainda ser regidas por modificações sazonais, se levado em conta que períodos distintos dispõem de diferentes condições abióticas e ofertas de alimento. Em latitudes subtropicais a maioria das variações sazonais é causada principalmente por oscilações hidrométricas, que levam a alagamento das regiões adjacentes a calha (GOULDING, 1980) e da temperatura e do fotoperíodo que regem o desenvolvimento de muitos organismos tanto aquáticos como terrestres (PAYNE, 1986). Estes três fatores certamente alteram a abundância de todos os itens alimentares observados neste estudo.

Como o presente trabalho foi realizado durante o verão com o rio levemente baixo e com a temperatura e o fotoperíodo em aumento, outros estudos deverão avaliar se estes resultados se confirmam em outras estações do ano e com outras condições hídricas. E ainda se outras espécies de *Astyanax* apresentam comportamento alimentar semelhante.

## 5. CONCLUSÃO

Concluimos que *Astyanax lacustris* é uma espécie onívora, que se alimenta ao longo de todo o dia e que apresenta variações quantitativas significativas dos itens alimentares consumidos em um ciclo circadiano devido principalmente ao fotoperíodo.

## REFERÊNCIAS

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E.; KASHIWAQUI, E. A. L.; SILVA, M. R. *Astyanax paranae eigenmann*, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 3, p. 349-356, 2006.

ALEXANDRE, C. V.; ESTEVES, K. E.; MELLO, M. A. M. M. Analysis of fish communities along a rural-urban gradient in a neotropical stream Piracicaba River Basin, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 641, p. 97-114, 2010.

AMUNDSEN, P.A.; GABLER, H.M.; HERFINDAL, T.; RIISE, L.S. Feeding chronology of Atlantic salmon parr in Subarctic Rivers: consistence of nocturnal feeding. **Journal of Fish Biology**, v.56, p.676-686, 2000

BARTHEM, R.B. Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. **Rev. Bras. Zool.**, 3(7):409-422, 1987.

BOUJARD, T. Diel rhythms of feeding activity in the European catfish, *Silurus glandis*. **Physiology and Behavior**, v.58, p.641-645, 1995.

BOUJARD, T.; LEATHERLAND, J.F. Circadian rhythms and feeding time in fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.35, p.109-131, 1992.

CARVALHO, E. D. **Estudo da composição da ictiofauna da represa de Jurumirim (rio Paranapanema, SP): aspectos da diversidade, abundância e a dinâmica de populações (crescimento, reprodução e nutrição)**, Botucatu: UNESP, 1991.

CASSEMIRO, F. A. da S.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 24, p. 419-425, 2002.

CORRÊA, Fabiano; DA SILVA, Geovane Cândido. Hábito alimentar de *Astyanax asuncionensis* (Géry, 1972) durante um período de seca e cheia, no Córrego do Onça, Coxim, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, 2010.

DA SILVA, D. A., PESSOA, E. K. R., DA COSTA, S. A. G. L., CHELLAPPA, N. T., & CHELLAPPA, S. Ecologia alimentar de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, 2(1), 74-82, 2012.

ESTEVES, K. E.; LOBO, A. V. P.; FARIA, M. D. R. Trophic structure of a fish community along environmental gradients of a subtropical river (Paraitinga River, Upper Tietê River Basin, Brazil), **Hydrobiologia**, v. 598, p. 373-387, 2008.

FIGUEIREDO, Gisela Mandali; VIEIRA, Joao Paes. Diel feeding, daily food consumption and the predatory impact of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in an estuarine environment. **Marine Ecology**, v. 26, n. 2, p. 130-139, 2005

FUGI, R.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. **Revista brasileira de biologia**, v. 61, n. 1, p. 27-33, 2001.

GASPAR DA LUZ, K.D.G. da.; OKADA, E. K. Diet and dietary overlap of three sympatric fish species in lakes of the upper Paraná river floodplain. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.42. no. 4, 441-447. 1999.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. O lambari *Astyanax altiparanae* (Characidae) pode ser um dispersor de sementes? **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.25, n.2, p.353-360, 2003.

GOULDING, M. The fishes and the forest: explorations in amazon natural history. **Berkeley: University of Califórnia Press**, 1980.

GREENWOOD, M.F.D.; METCALFE, N.B. Minnows become nocturnal at low temperatures. **Journal of Fish Biology**, v.53, p.25-32, 1998

HAHN, N.S. et al. Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.M. et al. (Ed.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. **Maringá: EDUEM**, 1997a. p. 209-228.

HAHN, Norma Segatti; LOUREIRO, Valdirene Esgarbosa; DELARIVA, Rosilene Luciana. Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)(Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 21, p. 309-314, 1999.

HALL, Nathan S.; PAERL, Hans W. Vertical migration patterns of phytoflagellates in relation to light and nutrient availability in a shallow microtidal estuary. **Marine Ecology Progress Series**, v. 425, p. 1-19, 2011.

Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. **Journal of Animal Ecology**, 19: 36-58.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, 17: 411-429.

IMRE, I.; BOISCALAR, D. Age effects on diel activity patterns of juvenile Atlantic salmon: parr are more nocturnal than young-of-the-year. **Journal of Fish Biology**, v.64, p.1731-1736, 2004.

JOBLING, M.; KOSKELA, J.; PIRHONEN, J. Feeding time, feedintake and growth of baltic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, reared in monoculture and duoculture at constant lowtemperature. **Aquaculture**, v.163, p.73-84,1998.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.

LANCASTER, Jill. Diel variations in the effect of spates on mayflies (Ephemeroptera: Baetis). **Canadian Journal of Zoology**, v. 70, n. 9, p. 1696-1700, 1992.

LUZ-AGOSTINHO, K. D. G.; BINI, L. M.; FUGI, R.; AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO-JR., H. F. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, p. 61-68, 2006.

MAZZONI (a), R.; NERY, L. L.; IGLESIAS-RIOS, R. Ecologia e ontogenia da alimentação de *Astyanax janae* (Osteichthyes, Characidae) de um riacho costeiro do Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 53-60, 2010.

MESCHIATTI, A.J. Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu - SP. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 7, p. 115-137, 1995.

MISTLBERGER, R. E.; HOUP, T. A.; MOORE-EDE, M. C. Food-anticipatory rhythms under 24-hour schedules of limited access to single macronutrients. **Journal of Biological Rhythms**, v. 5, n. 1, p. 35-46, 1990.

MONTEIRO, A. de S. et al. Alterações na disponibilidade de recursos alimentares na dieta das principais espécies de peixes. Reservatório de peixe angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna' (Eds CA Agostinho, FM Pelicice and EE Marques.) pp, p. 77-86, 2009.

PAYNE, A.L. The ecology of tropical lakes and rivers. **New York: John Wiley & Sons**, 1986.

PETRY, A.C, Thomaz SM, Esteves FA. Comunidade de peixes. In: Esteves, FA (Coord.). Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2011. p. 609-24.

REEBS, Stephan G. Plasticity of diel and circadian activity rhythms in fishes. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 12, n. 4, p. 349-371, 2002.

ROCHA, F. C.; CASATTI, L.; PEREIRA, D. C. Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, n. 1, p. 123-134, 2009.

SCRIMGEOUR, G. J.; WINTERBOURN, M. J. Diet, food resource partitioning and feeding periodicity of two riffle-dwelling fish species in a New Zealand river. **Journal of Fish Biology**, v. 31, n. 3, p. 309-324, 1987.

SERRA, J. P. Análise Filogenética das Espécies de *Hemigrammus* Gill, 1858 (Characiformes, Characidae). **Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto**, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2010.

SILVA JÚNIOR, José Carlos da. **Variação diurna da dieta de *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) (Atheriniformes: Atherinopsidae) em uma planície de maré tropical no estuário do rio Mamanguape-PB**. 2015.

SILVA, M. J.; FIGUEIREDO, B. R. S.; RAMOS, R. T. C.; MEDEIROS, E. S. F. Food resources used by three species of fish in the semi-arid region of Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, p. 825-833, 2010.

VILELLA, Fábio Silveira; BECKER, Fernando Gertum; HARTZ, Sandra Maria. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 2, p. 223-232, 2002.

WERNER, E. E., & HALL, D. J. (1979). Foraging efficiency and habitat switching in competing sunfishes. **Ecology**, 60(2), 256-264.

WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. S.; DONATTI, L. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax* aff. *fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 257-266, 2009.

## APÊNDICES

**APENDICE A** – Vista aérea do salto pirapó, Rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai.





Fonte: Soares, 2018.

**APENDICE B.** Fotos do local amostrado no Salto Pirapó, rio Ijuí, Bacia do Rio Uruguai.



Fonte: Bastian, 2017.

**APENDICE C** – Metodologia de captura dos exemplares de *Astyanax lacustris* com uso de tarrafa.





Fonte: Bastian 2017



**APENDICE D.** Obtenção de variáveis ambientais de temperatura da água e transparência.



Fonte: Bastian, 2017.

**APENDICE E** – Biometria e retirada dos estômagos de *Astyanax lacustris* após captura.



Fonte: Soares, 2017.

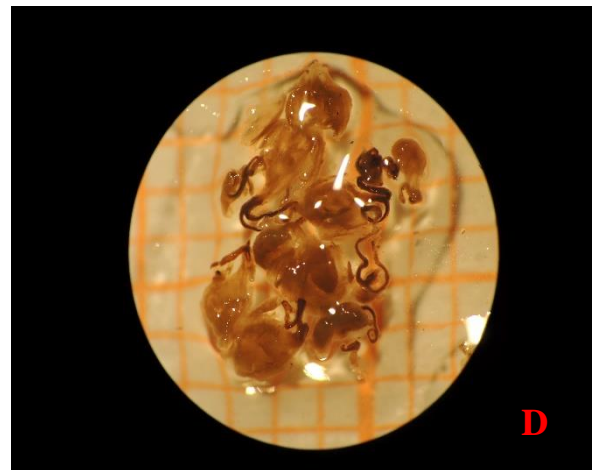
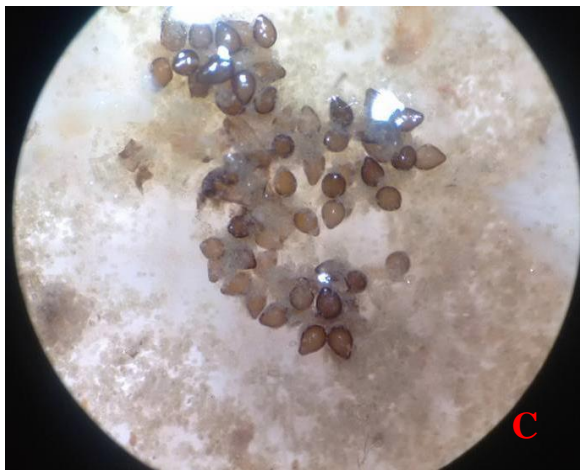
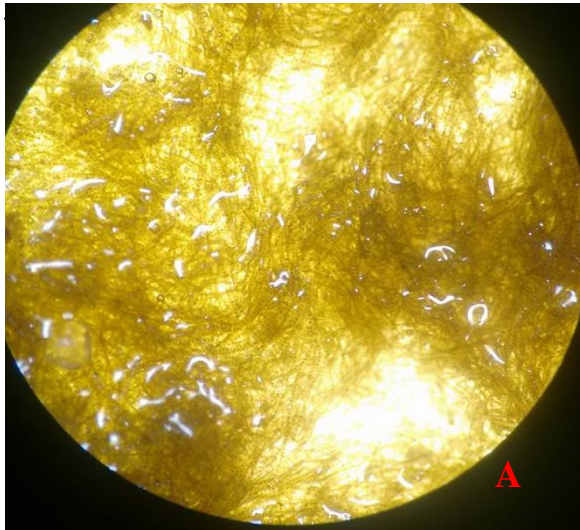
**APENDICE F.** Análise e identificação dos organismos consumidos por *Astyanax lacustris* com auxílio de microscópio estereoscópio.





Fonte: Felden, 2018.

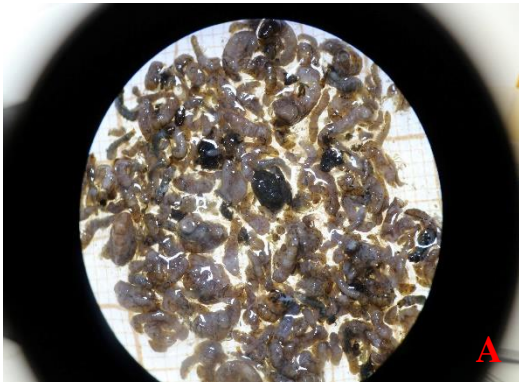
**APENDICE F.** Registros fotográfico de itens vegetais mais ingeridos por *Astyanax lacustris*.  
Algas filamentosas (A), Folhas (B) sementes (C), Vegetação marginal (D).



Fonte: Bastian, 2018.

**APENDICE G.** Registros fotográfico de representantes de ordens de insetos autóctones por *Astyanax lacustris*: Larvas de Trichoptera (A), Larvas de díptera (B)(C)(D), Pupas de díptera

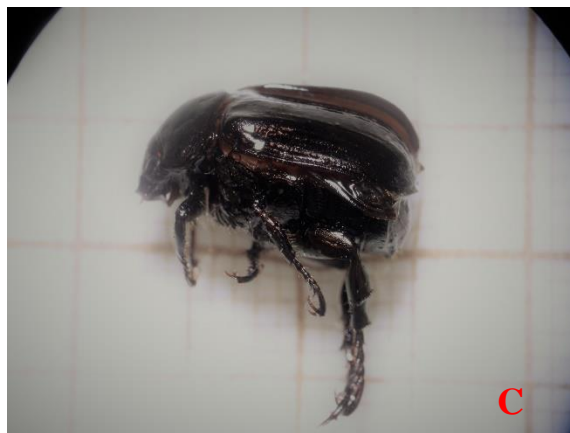
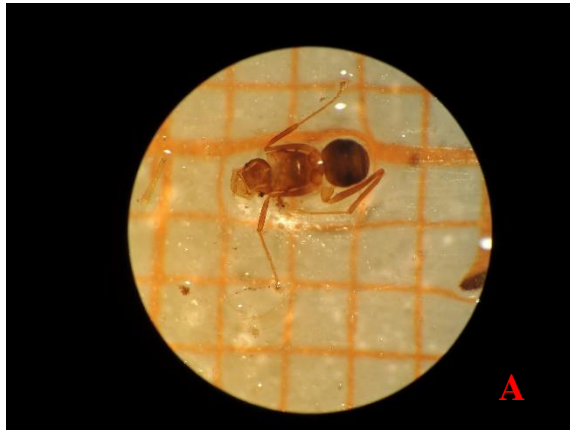
(E), Larva de lepidóptera autóctones pertencentes a família Pyralidae (F), Ephemeroptera (G), Larva de coleóptera (H).



Fonte: Bastian, 2018.

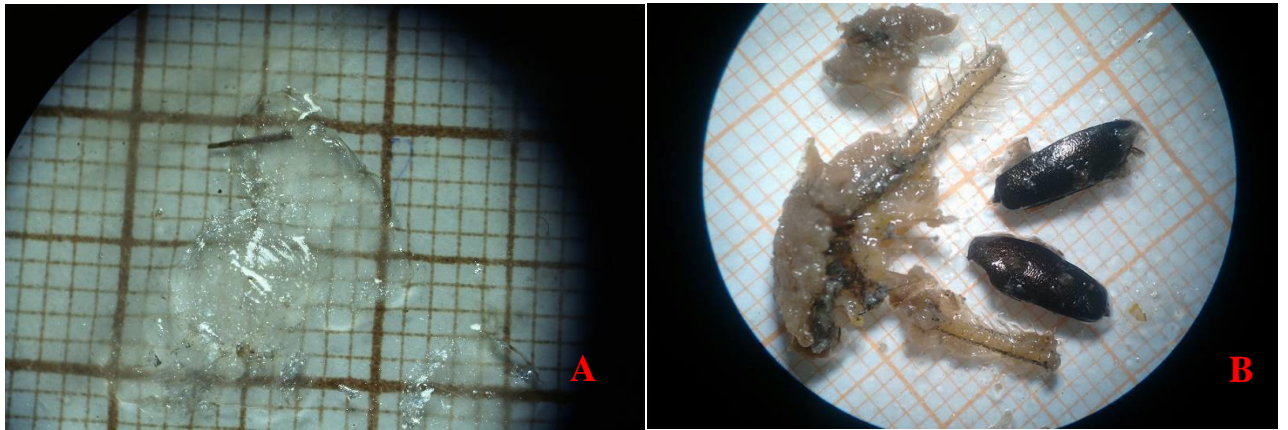


**APENDICE H.** Registros fotográfico de representantes de ordens de insetos alóctones ingeridos por *Astyanax lacustris*: Hymenoptera (A)(B), coleóptera (C), díptera (D).



Fonte: Bastian, 2018.

**APENDICE G.** Registros fotográfico da ingestão de escamas (A) e peixes (B) por *Astyanax lacustris*.



Fonte: Bastian, 2018.